

## চতুর্দশ অধ্যায়

# জীবপ্রযুক্তি



বাংলাদেশের জুট জিনোম প্রকল্প পাটের জীবন রহস্য উন্মোচন করে উদ্ভাবন করেছে পাটের নতুন জাত রবি-১

জীবপ্রযুক্তি বা বায়োটেকনোলজি (Biotechnology) জীববিজ্ঞানের একটি ফলিত (Applied) শাখা। বিংশ শতাব্দীর শুরু থেকেই বংশগতিবিদ্যা নানাভাবে বিকাশ লাভ করতে থাকে। নানা তথ্যে সমৃদ্ধ হতে থাকে এর ভান্ডার। বংশগতির একক বা জিনের উপাদানের প্রকৃতি, রাসায়নিক এবং অণুর গঠন ও জৈবনিক প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতিগুলো আবিষ্কৃত হওয়ার পর একটা জীবকোষ থেকে জিন আরেকটা জীবকোষে প্রতিস্থাপন করা যায়, সেটি নিয়ে জীববিজ্ঞানীরা গবেষণা শুরু করলেন। স্থাপিত হলো জীবপ্রযুক্তি (Biotechnology) নামে জীববিজ্ঞানের নতুন এক শাখা।

এই শাখাটি বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় বাস্তব সমস্যা সমাধানে এবং মানুষের স্বাস্থ্য উন্নয়নে, উন্নততর ফসল সৃষ্টিতে, ফসলের মান এবং পরিমাণ বৃদ্ধিতে, পরিবেশ সংরক্ষণে এই প্রযুক্তি ব্যাপক সম্ভাবনার দ্বার খুলে দিয়েছে। এই অধ্যায়ে আমরা এই প্রযুক্তি সম্পর্কে জানার চেষ্টা করব।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা:

- জীবপ্রযুক্তির ধারণা ও গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- টিস্যু কালচার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- শস্য উৎপাদনে টিস্যু কালচারের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করতে পারব।
- শস্য উৎপাদনে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- ইনসুলিন এবং হরমোন উৎপাদনে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- জীবপ্রযুক্তির উপযোগিতা মূল্যায়ন করতে পারব।
- পশুর রোগ নিরাময়ে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- জীবপ্রযুক্তি ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ব্যবহারের বিষয়ে পোস্টার অঙ্কন করতে পারব।
- আমাদের প্রতিদিনের জীবনে জীবপ্রযুক্তির অবদান উপলব্ধি করতে পারব।

## 14.1 জীবপ্রযুক্তি বা বায়োটেকনোলজি (Biotechnology)

জীবপ্রযুক্তি দুটি শব্দ Biology এবং Technology-এর সমন্বয়ে গঠিত। Biology শব্দের অর্থ জীব সম্পর্কে বিশেষ জ্ঞান এবং Technology শব্দের অর্থ প্রযুক্তি। অর্থাৎ Biology এবং Technology-এর আন্তঃসম্পর্কিত বিষয়ই হলো জীবপ্রযুক্তি। 1919 সালে হাঙ্গেরীয় প্রকৌশলী কার্ল এরেকি (Karl Ereky) প্রথম Biotechnology শব্দটি প্রবর্তন করেন। এই প্রযুক্তি প্রয়োগ করে কোনো জীবকোষ, অণুজীব বা তার অংশবিশেষ ব্যবহার করে নতুন কোনো বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবের (উদ্ভিদ বা প্রাণী বা অণুজীব) উদ্ভাবন বা সেই জীব থেকে প্রক্রিয়াজাত বা উপজাত দ্রব্য প্রস্তুত করা হয়।

বিজ্ঞানের অগ্রযাত্রায় জীবপ্রযুক্তি কোনো নতুন সংযোজন নয়। মানবসভ্যতার উষালগ্ন থেকেই জীবপ্রযুক্তির প্রয়োগ শুরু হয়েছে। গাঁজন এবং চোলাইকরণের (Fermentation and brewing) মতো প্রযুক্তিজ্ঞান মানুষ প্রায় 8000 বছর আগেই রপ্ত করেছে। 1863 সালে গ্রেগর জোহান মেডেল কৌলিতত্ত্ব বা জেনেটিক্স-এর সূত্রগুলো আবিষ্কারের পর থেকে জীবপ্রযুক্তি নতুনরূপে অগ্রযাত্রা শুরু করে। 1953 সালে Watson এবং Crick কর্তৃক ডিএনএ ডাবল হেলিক্স মডেল আবিষ্কারের ধারাবাহিকতায় আজকের আধুনিক জীবপ্রযুক্তির শুরু।

জীবপ্রযুক্তির অনেক পদ্ধতির মধ্যে বর্তমানে টিস্যু কালচার (Tissue culture) ও জিন প্রকৌশল (Genetic engineering) পদ্ধতি কৃষি উন্নয়ন ও অন্যান্য ক্ষেত্রে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

## 14.2 টিস্যু কালচার

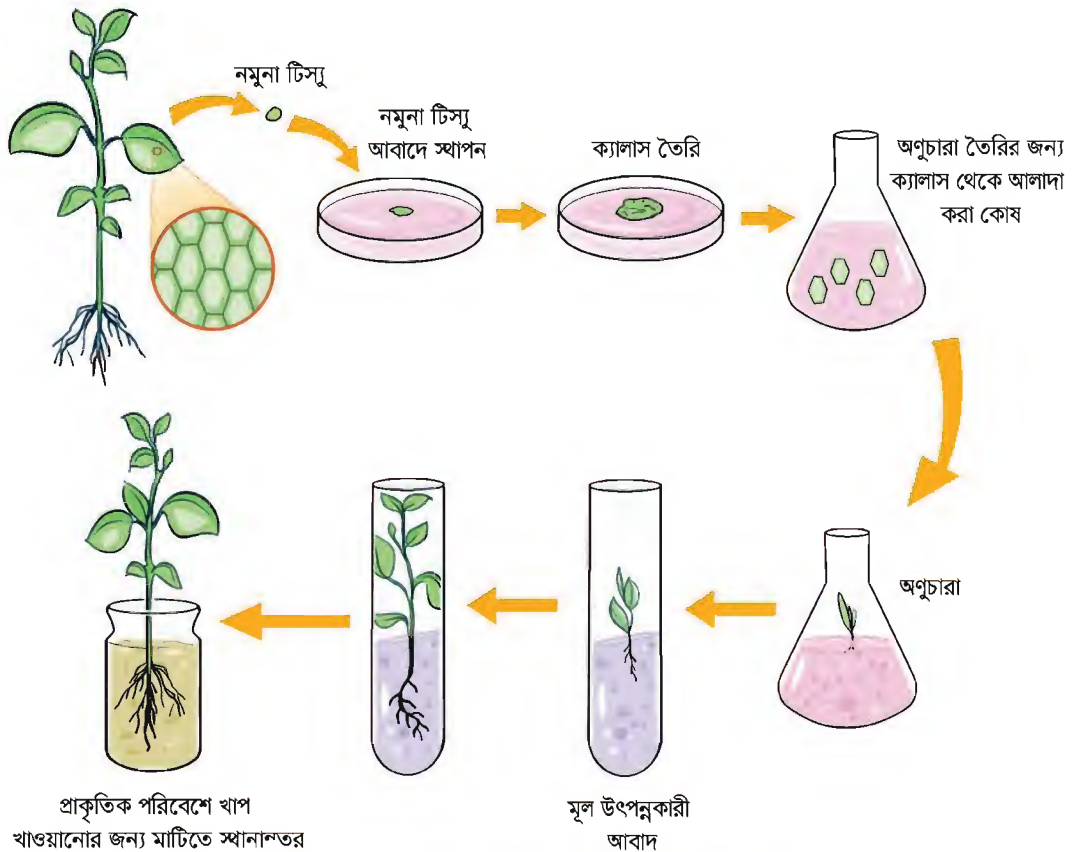
উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে টটিপটেন্ট (totipotent) স্টেম কোষ থাকায় এর প্রায় যেকোনো অংশ থেকে হুবহু আরেকটি পূর্ণাঙ্গ উদ্ভিদ জন্মানো সম্ভব, এটিই টিস্যুর কালচারের মূলনীতি। সাধারণত এক বা একাধিক ধরনের এক গুচ্ছ কোষসমষ্টিকে টিস্যু (Tissue) বা কলা বলা হয়। এই এক গুচ্ছ শেষ উৎপত্তিগতভাবে অভিন্ন এবং সম্মিলিতভাবে একই কাজ করে। একটি টিস্যুকে জীবাণুমুক্ত পুষ্টিবর্ধক কোনো মিডিয়ামে (Nutrient medium) বর্ধিতকরণ প্রক্রিয়াই হলো টিস্যু কালচার। টিস্যু কালচার উদ্ভিদবিজ্ঞানের একটি অপেক্ষাকৃত নতুন শাখা। উদ্ভিদ টিস্যু কালচারে উদ্ভিদের কোনো বিচ্ছিন্ন অংশ বা অঙ্গবিশেষ (যেমন পরাগরেণু, শীর্ষ বা পার্শ্বমুকুল, পর্ব, মূলাংশ ইত্যাদি) কোনো নির্দিষ্ট পুষ্টিবর্ধক মিডিয়ামে জীবাণুমুক্ত অবস্থায় কালচার করা হয়। মিডিয়ামগুলোতে পুষ্টি এবং বর্ধনের জন্য প্রয়োজনীয় সকল উপাদান সরবরাহ করা হয়। টিস্যু কালচারের উদ্দেশ্যে উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে নিয়ে ব্যবহার করা হয় তাকে ‘এক্সপ্ল্যান্ট (Explant)’ বলে।

### 14.2.1 টিস্যু কালচার প্রযুক্তির ধাপসমূহ

(a) মাতৃ উদ্ভিদ নির্বাচন: উন্নত গুণসম্পন্ন স্বাস্থ্যবান এবং রোগমুক্ত উদ্ভিদকে এক্সপ্ল্যান্টের জন্য নির্বাচন করা হয়।

(b) আবাদ মাধ্যম তৈরি: উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ এবং প্রায় কঠিন মাধ্যম (Semi-solid medium) তৈরির জন্য জমাট বাঁধার উপাদান, যেমন অ্যাগার (Agar) সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।

(c) জীবাণুমুক্ত আবাদ প্রতিষ্ঠা: আবাদ মাধ্যমকে কাচের পাত্রে (টেস্টিটিউব, কনিক্যাল ফ্লাস্ক) নিয়ে তুলে বা প্লাস্টিকের ঢাকনা দিয়ে মুখ বন্ধ করা হয়। পরবর্তীতে অটোক্লেভ (Autoclave) যন্ত্রে  $121^{\circ}$  সে. তাপমাত্রায় রেখে, 15 lb/sq. inch চাপে 20 মি. রেখে জীবাণুমুক্ত করা হয়। তারপর কাচের পাত্রের মুখ পুনরায় বন্ধ করে নির্দিষ্ট আলো এবং তাপমাত্রা ( $25 \pm 2^{\circ}$  সে.) সম্পন্ন নিয়ন্ত্রিত কক্ষে বর্ধনের জন্য



চিত্র 14.01: টিস্যু কালচার প্রক্রিয়ার ক্রমিক পর্যায়

রাখা হয়। এই পর্যায়ে আবাদে স্থাপিত টিস্যু বারবার বিভাজনের মাধ্যমে সরাসরি অণুচারা (Plantlets) তৈরি হয় বা ক্যালাস (Callus) বা অবয়বহীন টিস্যুমণ্ডে পরিণত হয়। এই টিস্যুমণ্ড থেকে পরবর্তীসময়ে পর্যায়ক্রমে একাধিক অণুচারা (Plantlets) উৎপন্ন হয়।

(d) **মূল উৎপাদক মাধ্যমে স্থানান্তর:** এ সমস্ত উৎপাদিত চারাগাছে যদি মূল উৎপন্ন না হয়, তবে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা লাভের পর বিটপগুলো বিচ্ছিন্ন করে নেওয়া হয় এবং তাদেরকে পুনরায় মূল উৎপাদনকারী আবাদ মাধ্যমে স্থাপন করা হয়।

(e) **প্রাকৃতিক পরিবেশে তথা মাঠপর্যায়ে স্থানান্তর:** মূলযুক্ত চারাগুলোকে পানিতে ধুয়ে অ্যাগারমুস্ত অবস্থায় ল্যাবরেটরিতে মাটিভরা ছোট ছোট পাত্রে স্থানান্তর করা যায়। পাত্রে লাগানো চারাগুলো কক্ষের বাইরে রেখে মাঝে মাঝে বাইরের প্রাকৃতিক পরিবেশের সাথে খাপ খাইয়ে নিতে হয়। পূর্ণাঙ্গ চারাগুলো সজীব এবং সবল হয়ে উঠলে সেগুলোকে এক পর্যায়ে প্রাকৃতিক পরিবেশে মাটিতে লাগানো হয়।

### 14.2.2 টিস্যু কালচারের ব্যবহার

টিস্যু কালচার প্রযুক্তির কৌশলকে কাজে লাগিয়ে আজকাল উদ্ভিদ প্রজননের ক্ষেত্রে এবং উন্নত জাত উদ্ভাবনে ব্যাপক সাফল্য পাওয়া গেছে এবং এ ক্ষেত্রগুলোতে অপার সম্ভাবনা দেখা দিয়েছে। এর মাধ্যমে উদ্ভিদাংশ থেকে কম সময়ের মধ্যে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন অসংখ্য চারা সৃষ্টি করা যায়। সহজেই রোগমুক্ত, বিশেষ করে ভাইরাসমুক্ত চারা উৎপাদন করা যায়। ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা থেকে মুক্ত হওয়া যায়। স্বল্পসময়ে কম জায়গার মধ্যে যথেষ্ট সংখ্যক চারা উৎপাদনের সুবিধা থাকায় চারা মজুদের সমস্যা এড়ানো যায়। যে সব উদ্ভিদ বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার করে না, সেগুলোর চারাপ্রাপ্তি এবং স্বল্পব্যয়ে দ্রুত সতেজ অবস্থায় স্থানান্তর করা যায়। বিলুপ্তপ্রায় উদ্ভিদ উৎপাদন এবং সংরক্ষণ করতে টিস্যু কালচার নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তি হিসেবে স্বীকৃত। যেসব ভূগে শস্যকলা থাকে না, সেসব ভূগ কালচার করে সরাসরি উদ্ভিদ সৃষ্টি করা যায়। যে সকল উদ্ভিদে যৌনজনন অনুপস্থিত অথবা প্রাকৃতিকভাবে জননের হার কম, তাদের দ্রুত সংখ্যাবৃদ্ধির ব্যবস্থা করা যায়। নতুন প্রকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবনে টিস্যু কালচার প্রযুক্তি ব্যবহার করা হচ্ছে। ফরাসি বিজ্ঞানী George Morel (1964) প্রমাণ করে দেখান যে সিম্বিডিয়াম (Cymbidium) নামক অর্কিড প্রজাতির একটি মেরিস্টেম থেকে এক বছরে প্রায় 40 হাজার চারা পাওয়া সম্ভব। উল্লেখ্য, সাধারণ নিয়মে একটি সিম্বিডিয়াম উদ্ভিদ থেকে বছরে মাত্র অল্প কয়েকটি চারা উৎপন্ন হয়। থাইল্যান্ড টিস্যু কালচার পদ্ধতির মাধ্যমে এক বছরে 50 মিলিয়ন অণুচারা উৎপন্ন করে, যার অধিকাংশই অর্কিড। এই ফুল রপ্তানি করে থাইল্যান্ড, সিঙ্গাপুর, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশ প্রতিবছর কোটি কোটি টাকার বৈদেশিক মুদ্রা অর্জন করে। 1952 সালে মার্টিন নামক বিজ্ঞানী মেরিস্টেম কালচারের মাধ্যমে রোগমুক্ত ডালিয়া ও আলুগাছ উদ্ভব করেন।

বর্তমানে মেরিস্টেম কালচারের মাধ্যমে কোনো কোনো ভাইরাস রোগাক্রান্ত ফুল ও ফলগাছকে (যেমন



আলুর টিউবার) রোগমুক্ত করা টিস্যু কালচারের একটি নিয়মিত কর্মসূচিতে পরিণত হয়েছে। মালয়েশিয়ায় Oil Palm -এর বংশবৃদ্ধি টিস্যু কালচার পদ্ধতিতে সম্পন্ন করা হয়। টিস্যু কালচারের মাধ্যমে চন্দ্রমল্লিকার একটি অজাজ টুকরা থেকে বছরে ৪৪ কোটি চারা গাছ পাওয়া সম্ভব। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে বিভিন্ন দেশে জুঁই (*Jasminum*) সাপেনসান থেকে সুগন্ধি আতর বাণিজ্যিকভাবে উৎপাদিত হচ্ছে। উড়োজাহাজ, রকেট প্রভৃতি ভারী ইঞ্জিন চালানোর জন্য এক রকমের তিমি মাছের (Sperm whale) তেলের প্রয়োজন হয়। এই তিমি মাছ ক্রমশ নিশ্চিহ্ন হয়ে যাচ্ছে। একমাত্র জোজোবা (jojoba) নামক গাছ হতে নিষ্কাশিত তেল বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা যায়, কিন্তু এই গাছ এক বিশেষ মরুভূমির পরিবেশ ছাড়া (যেমন Arizona, California) জন্মায় না এবং এদের বংশবৃদ্ধিও অত্যন্ত সময় সাপেক্ষ। টিস্যু কালচারের মাধ্যমে এই গাছের দ্রুত বংশবৃদ্ধি করাই কেবল সম্ভব হয়নি, একে ভারতবর্ষের জলবায়ু উপযোগীও করে তোলা হয়েছে। বাংলাদেশে টিস্যু কালচারের মাধ্যমে ইতোমধ্যে অনেক সাফল্য অর্জিত হয়েছে, যেমন, বিভিন্ন প্রকার দেশি ও বিদেশি অর্কিডের চারা উৎপাদন করা সম্ভব হয়েছে। রোগ প্রতিরোধী এবং অধিক উৎপাদনশীল কলার চারা, বেলের চারা, কাঁঠালের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। চন্দ্রমল্লিকা, গ্লাডিওলাস, লিলি, কার্নেশান প্রভৃতি ফুল উৎপাদনকারী বৃক্ষের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। বিভিন্ন ডালজাতীয় শস্য, বাদাম ও পাটের চারার উৎপাদন করা হয়েছে। টিস্যু কালচার প্রয়োগ করে আলুর রোগমুক্ত চারা এবং বীজ মাইক্রোটিউবার উৎপাদন করা সম্ভব হয়েছে।

### 14.3 জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং (Genetic engineering)

একটি জীব থেকে একটি নির্দিষ্ট জিন বহনকারী ডিএনএ খণ্ড পৃথক করে ভিন্ন একটি জীবে স্থানান্তরের কৌশল হচ্ছে জিন প্রকৌশল (Genetic engineering)। আরও সহজভাবে বলা যায়, কাজিফত নতুন একটি বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোনো জীবের ডিএনএর পরিবর্তন ঘটানোকে জিন প্রকৌশল বলে। এই জিন যে কৌশলগুলোর মাধ্যমে স্থানান্তর করা হয়, তাদের একত্রে রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ কৌশল বলে। এই কৌশল অবলম্বন করে একটি ডিএনএ অণুর কাজিফত অংশ কেটে আলাদা করে অন্য একটি ডিএনএ অনুতে প্রতিস্থাপন করার ফলে যে নতুন ডিএনএ অণুর সৃষ্টি হয়, তাকে রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ বলে। রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ তৈরির প্রক্রিয়াকে রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ প্রযুক্তি বা জিন ক্লোনিং বলা হয়।

এই প্রযুক্তির মাধ্যমে DNA-এর কাজিফত অংশ ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষে, উদ্ভিদ থেকে প্রাণীতে, প্রাণী থেকে উদ্ভিদে স্থানান্তর করা সম্ভব হয়েছে। জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে উৎপন্ন নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবের কোনো কোনোটিকে বলা হয় GMO (Genetically Modified Organism) আর কোনোটিকে বলে ট্রান্সজেনিক (Transgenic)।

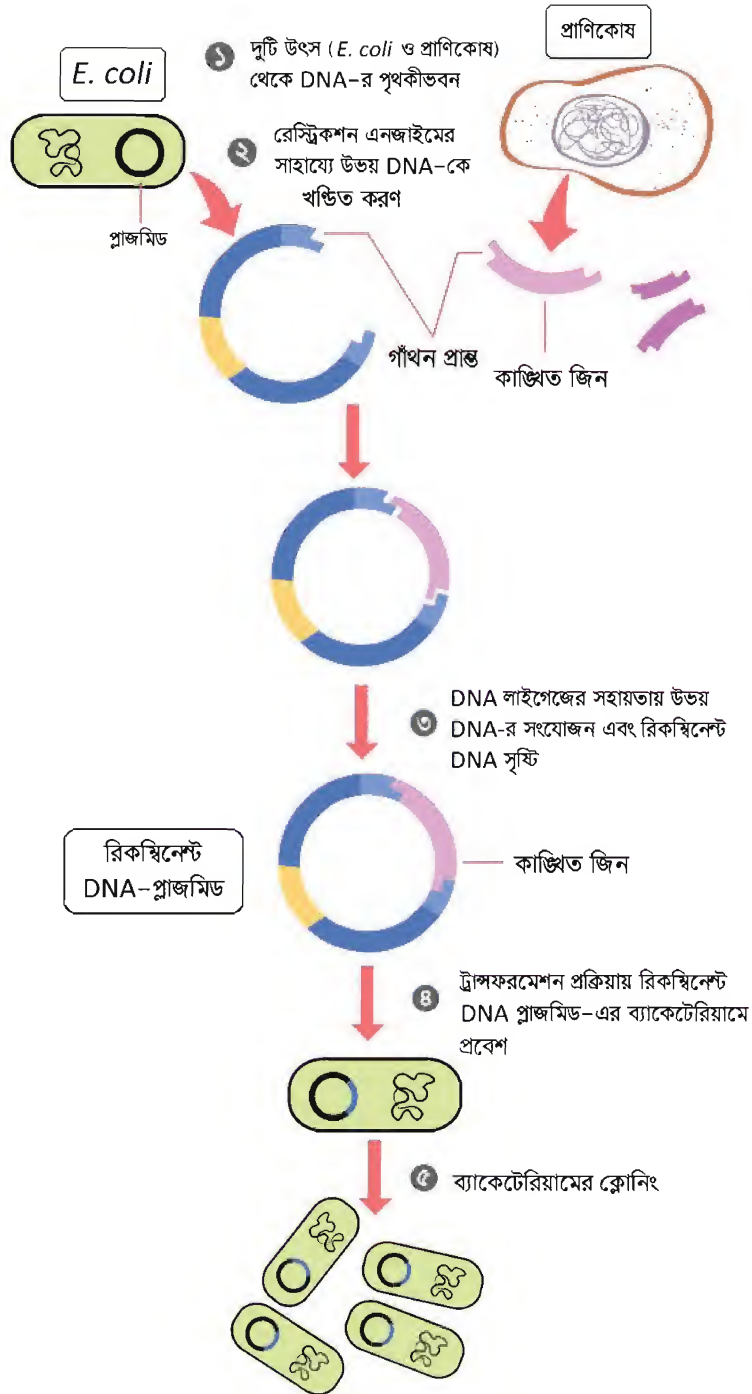
জিএমও এবং ট্রান্সজেনিক জীব এক নয়। জীবের জিনে মিউটেশনের মাধ্যমে বা অন্য যেকোনো উপায়ে যেকোনো ধরনের পরিবর্তন ঘটলেই সেটিকে জেনেটিক মডিফিকেশন বলে। মানুষ হাজার হাজার বছর ধরে অর্থাৎ জেনেটিক্সের নিয়ম আবিষ্কারের আগে থেকেই কৃত্রিম নির্বাচন প্রক্রিয়ায় জেনেটিক্যালি

মডিফায়েড কাক্সিত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন নতুন জাত উদ্ভাবন করে আসছে। প্রকৃতিতেও অনুরূপ প্রক্রিয়া চলছে লক্ষ-কোটি বছর ধরে, যার নাম জৈব বিবর্তন। জীবপ্রযুক্তির কল্যাণে এই জেনেটিক মডিফিকেশনের ব্যাপারটি আরও নিয়ন্ত্রিতভাবে এবং কম সময়ে করা সম্ভব। এভাবে যে জীব উৎপন্ন হয়, সেটি জিএমও বা জেনেটিক্যালি মডিফাইড অর্গানিজম। আর ট্রান্সজেনিক জীব বলতে সেসব জীবকে বোঝায়, যাদের জিনোমে এমন এক বা একাধিক জিন ঢুকিয়ে দেওয়া হয়েছে, যা অন্য কোনো প্রজাতি থেকে নেওয়া।

### 14.3.1 জিএমও (GMO) বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুত করার ধাপসমূহ

মানুষের অন্ত্রে বসবাস করে একধরনের ব্যাকটেরিয়া, যার নাম *Escherichia coli*। এই ব্যাকটেরিয়ার ওপর গবেষণা করে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের অধিকাংশ কৌশল আবিষ্কৃত হয়েছে। জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ প্রযুক্তি নিচে উল্লেখ করা ধাপগুলো (চিত্র 14.02) অবলম্বন করে সম্পন্ন করা হয়:

- (a) প্রথমে দাতা জীব থেকে কাক্সিত জিনসহ ডিএনএ অণুকে পৃথক করা হয়। এরপর এই জিনের বাহক বা ক্যারিয়ার হিসেবে ব্যবহার করার জন্য ব্যাকটেরিয়ার প্লাজমিড ডিএনএ পৃথক করা হয়। প্লাজমিড হচ্ছে ব্যাকটেরিয়া কোষের ক্রোমোজোমের বাইরে আরেকটি স্বতন্ত্র ডিএনএ অণু, যেটি বিভাজিত হতে পারে বা স্ববিভাজনে সক্ষম।
- (b) এ ধাপে প্লাজমিড ডিএনএ এবং দাতা ডিএনএকে এক বিশেষ ধরনের এনজাইম বা উৎসেচক দিয়ে খণ্ডিত করা হয়। দাতা ডিএনএর এসব খণ্ডের কোনো একটিতে কাক্সিত জিনটি থাকে।
- (c) এ ধাপে লাইগেজ নামক একধরনের এনজাইম দিয়ে দাতা ডিএনএকে প্লাজমিড ডিএনএ-এর কাটা প্রান্ত দুটোর মাঝখানে স্থাপন করা হয়। লাইগেজ এখানে আঠার মতো কাজ করে। এর ফলে নির্দিষ্ট জিনসহ রিকম্বিনেন্ট ডিএনএ প্লাজমিড তৈরি হয়। এই রিকম্বিনেন্ট প্লাজমিড এখন দাতা ডিএনএর খণ্ডিত অংশ বহন করে।
- (d) এখন এই রিকম্বিনেন্ট প্লাজমিডকে ব্যাকটেরিয়ার ভিতরে প্রবেশ করানো হয়। খণ্ডিত ডিএনএ গ্রাহক কোষে প্রবেশ করানোর পদ্ধতিকে ট্রান্সফরমেশন বলে। ট্রান্সফরমেশনের ফলে নতুন জিন নিয়ে যে ব্যাকটেরিয়া বা জীবের উদ্ভব ঘটে, তাকে ট্রান্সজেনিক জীব বলে।
- (e) এবার নির্দিষ্ট জিন বহনকারী রিকম্বিনেন্ট প্লাজমিড ধারণ করা ব্যাকটেরিয়াকে শনাক্ত করে আলাদা করা হয়। এরপর নির্দিষ্ট জিন বহনকারী ব্যাকটেরিয়াগুলোর ব্যাপক বংশবৃদ্ধি ঘটানো হয়। এই ব্যাকটেরিয়াগুলোর প্রত্যেকটিতে এখন একটি করে কাক্সিত জিন রয়েছে। এই পদ্ধতিতে জিন তৈরি করাকে বলা হয় জিন ক্লোনিং। জিনকে ব্যবহার করার জন্য প্লাজমিডকে আবার আলাদা করে নেওয়া হয়।



চিত্র 14.02: রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি



আধুনিক জীবপ্রযুক্তি বা জিন কৌশলের মাধ্যমে জিন স্থানান্তরের প্রক্রিয়ায় কাজ্জিত বৈশিষ্ট্য অল্প সময়ে সুচারুভাবে স্থানান্তর করা সম্ভব হয় বলে সংশ্লিষ্ট উদ্ভাবক বা উদ্যোক্তাগণের নিকট প্রচলিত প্রজননের তুলনায় এ প্রযুক্তিটি অধিক গুরুত্ব পাচ্ছে।

নতুন ফসল উদ্ভাবনের ক্ষেত্রে প্রচলিত প্রজননের তুলনায় জিন প্রকৌশল অনেক বেশি কার্যকরী, কারণ প্রচলিত প্রজনন প্রক্রিয়ায় জিন স্থানান্তর একই অথবা খুব নিকটবর্তী প্রজাতির মাঝে সীমাবদ্ধ, কিন্তু জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে নিকটবর্তী বা দূরবর্তী যেকোনো প্রজাতির মাঝে এক বা একাধিক জিন সরাসরি স্থানান্তর করা সম্ভব। প্রচলিত প্রজননে কাজ্জিত ফলাফল অর্জন করতে অনেক সময়ের প্রয়োজন। জিন প্রকৌশলের সাহায্যে খুব দ্রুত কাজ্জিত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন উদ্ভিদ, প্রাণী বা অণুজীব পাওয়া সম্ভব। প্রচলিত প্রজননে কাজ্জিত জিনের সাথে অনাকাজ্জিত জিনও স্থানান্তর হয়ে যেতে পারে এবং কাজ্জিত জিনের স্থানান্তরও অনেক খানি অনিশ্চিত। জিন প্রকৌশলে অনাকাজ্জিত জিন স্থানান্তরের সম্ভাবনা নেই এবং কাজ্জিত জিন স্থানান্তরও নিশ্চিত। প্রচলিত প্রজনন কোনো রকম জীবনিরাপত্তা (Biosafety) নিয়ম পদ্ধতি দিয়ে নিয়ন্ত্রিত নয় কিন্তু জিন প্রকৌশলের ক্ষেত্রে আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত জীবনিরাপত্তা নিয়ম-নীতি দিয়ে নিয়ন্ত্রিত। প্রচলিত প্রজননে বিষাক্ততা (Toxicity) পরীক্ষা করা হয় না, কিন্তু জিন প্রকৌশলে বিষাক্ততা (Toxicity) পরীক্ষা করা হয়।

### 14.3.2 জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের ব্যবহার

জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি হলো সর্বাধুনিক জীবপ্রযুক্তি। এই প্রযুক্তির মূল উদ্দেশ্য হলো নতুন ও উন্নত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীব সৃষ্টি, যা দিয়ে মানুষ সর্বোত্তমভাবে লাভবান হতে পারে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে ইতোমধ্যেই সাফল্য অর্জিত হয়েছে।

#### (a) শস্য উন্নয়নে :

এই প্রযুক্তির সাহায্যে ক্ষতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে।

*Bacillus thuringiensis* (Bt) নামক ব্যাকটেরিয়ার জিন শস্যে প্রবেশ করানোর কারণে জেনেটিকভাবে পরিবর্তিত শস্যসমূহকে Bt Corn, Bt Cotton ইত্যাদি নামে অভিহিত করা হচ্ছে। একইরকমভাবে বিটি ভুট্টা, বিটি ধান (চীনে) ইত্যাদি উদ্ভাবিত হয়েছে। এসব ফসল লেপিডোপ্টেরা (Lepidoptera) এবং কলিওপ্টেরা (Coleoptera) বর্গের অন্তর্ভুক্ত ক্ষতিকর কীটপতঙ্গের বিরুদ্ধে প্রতিরোধক্ষম।

এই প্রযুক্তির সাহায্যে ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন ভাইরাল কোট প্রোটিনে (Coat Protein) জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে টমেটো মোজাইক ভাইরাস (ToMV), টোবাকো মোজাইক ভাইরাস (TMV) এবং টোবাকো মাইল্ড গ্রিন মোজাইক ভাইরাস (TMGMV) প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। রিং স্পট ভাইরাস (PRSV) প্রতিরোধে সক্ষম পেঁপের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। লেট ব্লাইট ছত্রাক প্রতিরোধী জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে লেট ব্লাইট প্রতিরোধী গোল আলুর

জাত উদ্ভাবনের লক্ষ্যে গবেষণা চলছে।

জিনগত পরিবর্তনের মাধ্যমে আগাছানাশক রাসায়নিক পদার্থের বিরুদ্ধে সহনশীলতাসম্পন্ন (Herbicide tolerant) ভুট্টা, তুলা ইত্যাদি ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে।

এক ধরনের ব্যাকটেরিয়া থেকে বিজ্ঞানীরা আগাছানাশক সহিষ্ণু জিন টমেটোতে স্থানান্তর করে আগাছানাশক সহিষ্ণু (Herbicide tolerant) টমেটোর জাত তৈরি করতে সক্ষম হয়েছেন। একইভাবে সয়াবিন, ভুট্টা, তুলা, ক্যানোলা (Canola) ইত্যাদি আগাছা নাশক সহিষ্ণু জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে।

জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংয়ের মাধ্যমে একই উদ্ভিদে একাধিক বৈশিষ্ট্য (Trait) অনুপ্রবেশ করানো যায়। বাণিজ্যিকভাবে এখন এ ধরনের ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ সহজলভ্য হয়েছে। যেমন তুলা এবং ভুট্টার মধ্যে একই সাথে আগাছানাশক সহিষ্ণু (Herbicide tolerant) এবং পোকামাকড় প্রতিরোধী (Insect resistant) বৈশিষ্ট্য অনুপ্রবেশ করানো হয়েছে।

জিনগত রূপান্তরের মাধ্যমে ফসলের পুষ্টিমান উন্নয়ন করা হয়েছে। যেমন, ধানে ভিটামিন A তথা বিটাক্যারোটিন জিন স্থানান্তর করা হয়েছে। এই ধানের চাল থেকে প্রস্তুত ভাত খেলে আলাদা করে আর ভিটামিন A খেতে হবে না। ধানে লৌহ বা আয়রন যোগ করারও প্রচেষ্টা অব্যাহত হয়েছে। লবণাক্ততা এবং খরা সহনশীল জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে জিনগত পরিবর্তন (Genetic modification) ঘটিয়ে বিভিন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে।

#### (b) প্রাণীর ক্ষেত্রে :

গবাদিপশু যেমন, গরুর দুধে আমিষের পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য Protein C জিন স্থানান্তর করা হয়েছে। তবে এটা এখনো গবেষণা পর্যায়ে আছে।

আকার বৃদ্ধি এবং মাংসের উৎপাদন বাড়ানোর উদ্দেশ্যে মানুষের বৃদ্ধির জন্য দায়ী হরমোনের জিন স্থানান্তর করে ভেড়ার জেনেটিক পরিবর্তন ঘটানো হয়েছে। ভেড়ার পশমের পরিমাণ ও গুণগতমান বৃদ্ধির জন্য ব্যাকটেরিয়ার 2টি জিন, যথা CysE এবং CysM ভেড়ার জিনোমে স্থানান্তর করা হয়েছে।

#### (c) মৎস্য উন্নয়নে:

মাগুর, কমন কার্প, লইট্রা ও তেলাপিয়া মাছে স্যামন মাছের দৈহিক বৃদ্ধি হরমোনের (Growth hormone) জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে জেনেটিক পরিবর্তনের প্রক্রিয়ায় এসব মাছের আকার প্রায় 60 ভাগ বড় করা সম্ভব হয়েছে।

#### (d) চিকিৎসা ক্ষেত্রে:

জেনেটিক পরিবর্তনের মাধ্যমে ইস্ট নামক ছত্রাক থেকে হেপাটাইটিস বি-ভাইরাসের ওষুধ (ইন্টারফেরন) তৈরি হচ্ছে।

মানবদেহের ইনসুলিন তৈরির জিন ব্যবহার করে জেনেটিকভাবে পরিবর্তিত *E. coli* ব্যাকটেরিয়া এবং ইস্ট থেকে বাণিজ্যিকভাবে ইনসুলিন তৈরি হচ্ছে, যা মানুষের বহুমূত্র বা ডায়াবেটিস রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হচ্ছে।

জেনেটিকভাবে পরিবর্তিত *E. coli* ব্যাকটেরিয়া এবং ইস্ট থেকে মানববৃন্দ্রির হরমোন (growth hormone) এবং গ্র্যানুলোসাইট ম্যাক্রোফাজ স্টিমুলোটিং ফ্যাক্টর (GM-CSF) কলোনি উদ্দীপক উপাদান ইত্যাদি তৈরি করা হচ্ছে। এগুলো যথাক্রমে অস্বাভাবিক খাটো হওয়া রোগ (dwarfism), ভাইরাসজনিত রোগ, ক্যান্সার, AIDS ইত্যাদির চিকিৎসায় ব্যবহৃত হচ্ছে।

#### (e) পরিবেশ সুরক্ষায়:

পেট্রোলিয়াম ও কয়লাখনি এলাকা দূষণমুক্তকরণ, শিল্পক্ষেত্রে বর্জ্যশোধন, পয়োনিষ্কাশন ইত্যাদি পরিবেশ ব্যবস্থাপনা সহজ এবং দ্রুত করার উদ্দেশ্যে এই প্রযুক্তির ব্যবহার করা হয়। জিন প্রকৌশলের উপর গবেষণা করে নতুন এক জাতের *Pseudomonas* ব্যাকটেরিয়া আবিষ্কার করা সম্ভব হয়েছে যা পরিবেশের তেল ও হাইড্রোকার্বনকে দ্রুত নষ্ট করে পরিবেশকে দূষণমুক্ত করতে সক্ষম।



#### একক কাজ

**কাজ:** জীবপ্রযুক্তি ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর ব্যবহার বিষয়ে পোস্টার অঙ্কন কর ও শ্রেণিতে উপস্থাপন কর।



#### একক কাজ

**কাজ:** বাংলাদেশে জীবপ্রযুক্তি ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার সুযোগ সম্পর্কিত প্রতিবেদন তৈরি কর ও শিক্ষকের নিকট জমা দাও।

## ? অনুশীলনী



### সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

1. কীভাবে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়?
2. টিস্যুকালচার বলতে কী বোঝ?
3. এক্সপ্ল্যান্ট কী?
4. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং কী?
5. ট্রান্সজেনিক কী?



### রচনামূলক প্রশ্ন

1. উদ্ভিদ প্রজনন ও উন্নত জাত উদ্ভাবনে টিস্যুকালচার প্রযুক্তির ভূমিকা উল্লেখ কর।
2. শস্য উন্নয়নে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর ভূমিকা আলোচনা কর।



### বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

1. DNA কাটার জন্য বিশেষ এনজাইম কোনটি?

ক. লাইগেজ                      খ. রেস্ট্রিকশন  
গ. লেকটেজ                    ঘ. লাইপেজ

2. জীবপ্রযুক্তির প্রয়োগ হয়—

i. গাঁজনে  
ii. টিস্যুকালচারে  
iii. ট্রান্সজেনিক জীব উৎপাদনে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii                      খ. i ও iii                    গ. ii ও iii                    ঘ. i, ii ও iii

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে ৩ ও ৪ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও

ইমতিয়াজ তার বন্ধুর বাড়িতে গিয়ে খুবই ভালো জাতের একটি বেল গাছের সন্ধান পেল। সে হুবুহু একই বৈশিষ্ট্যের চারা উৎপাদনের জন্য গাছটির পার্শ্বমুকুল নিয়ে এলো এবং তার বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ল্যাবে এর চারা তৈরি করল।

৩. ল্যাবে ইমতিয়াজের গৃহীত প্রক্রিয়াটি কী?

- ক. জিন স্থানান্তরকরণ      খ. হরমোন প্রয়োগ  
গ. এনজাইমের ব্যবহার      ঘ. টিস্যুকালচার

৪. ল্যাবে ইমতিয়াজের কার্যক্রমের ক্রমানুযায়ী ধাপগুলো কোনটি?

- ক. আবাদ মাধ্যম তৈরি → এক্সপ্লান্ট স্থাপন → অণুচারা উৎপাদন → মূল উৎপাদন  
→ প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
খ. আবাদ মাধ্যম তৈরী → অণুচারা উৎপাদন → মূল উৎপাদন → এক্সপ্লান্ট স্থাপন  
→ প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
গ. মাতৃউদ্ভিদ নির্বাচন → আবাদ মাধ্যম তৈরি → এক্সপ্লান্ট স্থাপন → অণুচারা উৎপাদন  
→ প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
ঘ. মাতৃউদ্ভিদ নির্বাচন → আবাদ মাধ্যম তৈরি → ক্যালাস তৈরি → এক্সপ্লান্ট স্থাপন  
→ প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর



### সৃজনশীল প্রশ্ন

১. জিন প্রকৌশলী ড. হায়দারের বাগানের লেবু গাছগুলোতে প্রচুর লেবুর ফলন হলেও গাছগুলো দ্রুত রোগাক্রান্ত হয়ে মারা যায়। তিনি লক্ষ করলেন তার বাড়ির পাশের জঙ্গলে একজাতের লেবুগাছ রয়েছে যাতে খুব একটা লেবু না হলেও গাছগুলো দীর্ঘদিন বেঁচে থাকে। এ দুটি লেবুর জাত থেকে তিনি অধিক ফলনশীল রোগ প্রতিরোধী একটি জাত উদ্ভাবন করলেন। তিনি স্বাভাবিক প্রক্রিয়ায় এর চারা উৎপাদন না করে ল্যাবে বিশেষ প্রক্রিয়ায় এর চারা তৈরি করলেন।

- ক. জীব প্রযুক্তি কী?  
খ. GMO বলতে কী বোঝায়?  
গ. ড. হায়দারের লেবুগাছের জাত উন্নয়নের কৌশল ব্যাখ্যা কর।  
ঘ. ড. হায়দারের বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা তৈরি করার কারণ বিশ্লেষণ কর।